

D E C L A R A T I O N

I, Robert C. Ferber, declare that I am well qualified as a translator of German to English and that I have carefully reviewed the attached English language translation from the original documents, of

MODELLGESTÜTZTE FAHRSPURZUORDNUNG FÜR FAHRZEUGE

Priority Claimed 10015111.6, Filed on March 28, 2000 in Germany

(MODEL-BASED LANE ALLOCATION FOR VEHICLES)

written in German; and that the attached translation is an accurate English version of such original to the best of my knowledge and belief, with the exception of the attached one-page list of *Errata*.

I certify under penalty of perjury that the foregoing is true and correct.

Date 08/20/2007

Signature Robert C Ferber

Name ROBERT C. FERBER

Attachment to Declaration dated 8/20/07 on the accuracy of translation of German document translated as Model-Based Lane Allocation for Vehicles.

ERRATA

<u>English document</u> <u>page/line/Claim</u>	<u>as is</u>	<u>should read</u>
p. 1/l.22	adjusted to	used on
p. 2/l. 1	many different lanes	different numbers of lanes
p. 3/l. 8	model part	submodel
p. 4/l. 6	is arbitrarily run through many times	is run through as many times as required
p. 5/l. 25	parallelly	in parallel
p. 6/l. 7	static	statistical
p. 6/l. 16	calculated	ascertained
Cl. 2/l. 6	used	taken into consideration
Cl. 3/l. 3	model part	submodel



[10191/2063]

MODEL-BASED LANE ALLOCATION FOR VEHICLES

Background Information

5 The present invention relates to a method for the lane allocation of consecutive vehicles. In the past couple of years, numerous publications have become known that address an automatic regulation of the speed of a vehicle while taking into consideration the distance to vehicles driving ahead. Such systems are often referred to as adaptive cruise control (ACC).

10 A fundamental description of such a device is included, for example, in the paper "Adaptive Cruise Controls - System Aspects and Development Trends," given by Winner, Witte et al., at SAE 96, February 26 to 29, 1996 in Detroit (SAE Paper No. 961010). To detect vehicles traveling ahead and stationary as well as moving objects, the majority of the known systems use a microwave radar beam or an infrared lidar beam. This beam is reflected by the objects and received by the
15 sensor, thereby making it possible to determine the relative position and relative speed of the object. The future travel-path area of the vehicle can be predicted from this information, as is described in detail in German Patent DE 197 22 947 C1.

20 It is the object of the present invention to make it possible to detect a lane from reflected signals as well as to detect one's own lane of travel, and, if applicable, to detect horizontal misalignment. Advantageously, the adaptive vehicle speed controller can be adjusted to multi-lane roads because there are typically vehicles traveling in succession on such roads. By lane detection as well as by detecting one's own lane of travel, the moving objects located in front of one's own vehicle can
25 be allocated to the appropriate lanes. By allocating these objects to the lanes, the target object traveling directly ahead can be reliably determined, the target object's speed and acceleration determining the driving behavior of one's own, sensor-controlled vehicle. This lane allocation is carried out in that reference models

for roads having many different lanes as well as for the navigation of the different lanes are stored in a memory of the sensor. By inputting the acquired measured data in a lateral displacement histogram in which the frequency distribution of the lateral displacements of the individual objects are entered, this instantaneous measuring diagram can be correlated with the stored reference models. The reference model having the greatest similarity to the instantaneous measuring diagram provides information as to how many lanes the road has and in which lane the vehicle is currently located. This result is output as a so-called lane hypothesis.

By evaluating the lateral displacements of the reflection objects as a function of their longitudinal distance, i.e., the distance between the sensor and the reflection object, which extends parallel to the center axis of the vehicle, a misalignment can be detected. The advantage of this invention is to output a lane hypothesis via this simple analysis method of sensor data and to detect a potentially existing sensor misalignment.

Brief Description of the Drawing

An example of the present invention is shown in the drawing and is described and explained in more detail below. Figure 1 shows a block diagram of the model-based lane and misalignment detection, and Figure 2 shows design approaches for the lane determination and misalignment detection of the sensor.

Description of the Exemplary Embodiment

It is essential for a frequency distribution of the lateral displacements of detected radar objects to be determined. A radar object is an object confirmed, in each case, from one measurement to the next measurement by comparing predicted distance, lateral displacement, and relative speed data to ascertained measured data. The following treatments of the radar object data have proven to be effective: (a) initial filtering, i.e., every radar object is only taken into consideration once for the lateral displacement histogram; or (b) weighting the individual objects in the histogram as a

function of the number of individual measurements of the individual radar objects. Displacement (dyv), which relates to the vehicle center, or, to compensate for changes in lateral displacement due to cornering, lateral displacement (dyc), which relates to the course of the ACC vehicle, can be used as the input quantity, lateral displacement. The determined frequency distribution is correlated to a model for frequency distributions relating to lane allocation for multi-lane roads (e.g. 3 lanes) having a defined width or, alternatively, to characteristic lateral displacement histograms for the different lanes used by the ACC vehicle. The model part having the highest correlation to the determined frequency distribution is output as the lane hypothesis (number of lanes and one's own lane of travel).

Figure 1 shows a model-based lane and misalignment detection. In block 1 of the flow chart, the radar object data, such as distance, relative speed, and lateral displacement, are acquired from the measured data of the radar sensor. In a next step, these are filtered in an object filter represented as block 2. This filtering can be carried out in different ways. Advantageously, this is performed either in that every object is only taken into consideration once for the lateral displacement histogram or in that every object is taken into consideration with a weighting, the weighting being dependent upon how many times an object was detected in individual measurements. This filtered data is then registered in a lateral displacement histogram represented in block 3. The frequency of the filtered object data is stored in the lateral displacement histogram as a function of the measured lateral displacement of the vehicle's longitudinal axis. Lane models, which are used as reference histograms, are stored in block 4. These reference histograms are either model-like lane models or empirically obtained lane models. An individual, characteristic reference histogram is stored for every type of road, whether it has oncoming traffic or not and whether it has one or more lanes in one direction, and for the use of each lane. In block 5, the instantaneously determined, current lateral displacement histogram from block 3 is correlated to every reference model stored in block 4. The result of every correlation from the instantaneous lateral displacement histogram to one of the reference models is a correlation result that increases as the

similarity of the instantaneous lateral displacement histogram to the reference histogram increases. By selecting the reference histogram having the highest correlation result in block 5, the number of lanes, the used lane, as well as a possible misalignment of the radar sensor can be deduced. In block 6, this acquired information is output and made available for further processing. The flow chart shown in Figure 1 is arbitrarily run through many times, i.e., when a lane hypothesis and, if applicable, a sensor misalignment are determined in block 6, the sequence begins again in that new radar data is processed in block 1 as described. According to the number of detected lanes and their relative position with respect to one's own vehicle, a histogram having a plurality of maxima is obtained in block 3. The horizontal misalignment of the radar sensor can be determined from the position of the average values for the lanes in the histogram with respect to the vehicle center axis. For this purpose, in addition to lateral displacement dy_v or, alternatively, dyc , a further histogram regarding the distance of the observed object must be stored with equivalent object treatment (type (a) or (b)), and a misalignment angle must be determined by determining the centroid of the histograms.

Figure 2 shows a flow chart suitable for lane analysis and misalignment detection of a radar sensor. In block 7, it is detected whether the vehicle is on a straight road segment. A yaw rate signal coming, for example, from a sensor for vehicle dynamics control can be used for this purpose. Furthermore, it is conceivable to also take a steering angle into consideration. If this yaw rate signal is less than 0.001 rad/s , it can be concluded that the vehicle is traveling on a straight road segment. In this case, the amplitudes are filtered in block 8 in order to only detect actual radar reflections and to eliminate noise. In block 9, these measured points are represented in an x,y diagram. In block 10, the frequency with which the objects were detected by the radar beam can be determined from the x,y diagram. In block 11, a distribution of the detected objects on the road can be modeled from this x,y diagram by generating a lateral distribution histogram. The displacement of the model produced in block 11 is then determined in block 12, the displacement making it possible to deduce the lateral deviation of one's own vehicle in the lane of travel.

In block 13, the instantaneous lateral displacement histogram is compared to the previous histogram. A lane hypothesis identifying the lane currently being used can be output in block 14 by observing the changes in the data record in block 13. If it is detected in block 7 that the vehicle is on a straight road segment, the angle of the dominant object located in front of one's own vehicle is determined in block 23. The dominant object is advantageously the vehicle traveling in the same lane as one's own vehicle and having the least distance to one's own vehicle, therefore being decisive for the distance and speed control of own's own vehicle. Block 24 checks whether the angle of the dominant object determined in block 23 is approximately 0° as an average in time. If this condition of block 24 is met, a verification of the current data using old data from previous measurements is carried out together with the frequencies from the x,y diagram determined in block 10. If the current data is plausible on the basis of the verification performed in block 25, this data is used in the further course to determine a possible misalignment of the radar sensor in that this data is relayed to block 18. In block 19, an object that has been locked onto is then determined from the x, y diagram of the filtered objects determined in block 9. This locked object is a vehicle traveling directly ahead, whose distance to one's own vehicle and whose relative speed in relation to own's own vehicle are used for the distance and speed control. The position of this locked object is also relayed to block 18 to determine a possible misalignment. At the same time as step 19, the driving line centroids can be determined in block 15 from the x,y diagram of block 9. These driving line centroids represent the lateral displacement of the trajectories of vehicles moving in the middle of a particular lane. In block 17, it can be detected from these driving line centroids whether the objects in the radar detection range are moving parallelly to one's own vehicle, which is of particular interest for lane change maneuvers. Concurrently with this step, the dominant object can be separately observed in block 16 from the driving line centroids of step 15 and supplied to block 17, in that it is detected whether the detected objects are moving in a direction parallel to one's own vehicle. The information acquired in step 17 regarding the parallelism of the detected objects is supplied to the misalignment detection of the radar sensor in block 18. It is further advantageous in the case of a straight road

segment detected in block 7 to determine the parallel speeds from the present radar data such as angular velocity and relative speed, as shown in block 20. These parallel speeds are the speeds of the detected objects in relation to one's own vehicle. In block 21, the new positions of the detected radar objects are then

5 precalculated from these parallel speeds on the basis of the objects' old positions and trajectories. These precalculated targets are compared to the new measured data of the next measuring cycle and checked for plausibility. In step 22, a static centroid of the lateral displacements is determined from the data acquired in step 21, the centroid being supplied to block 18 and used there to determine a possible

10 sensor misalignment. Block 26 then shows that a float angle of the vehicle is determined from the radar measurement. This is performed by monitoring the distances and the relative speeds of the radar objects. In a further step in block 27, the float angle of the vehicle is determined via a further device. This is advantageously carried out by using driving dynamics quantities from a device for

15 driving dynamics control, which is already standard in most vehicles. The two float angles calculated in steps 26 and 27 are compared to one another in block 28, and a possibly existing difference between these two quantities is relayed to the sensor misalignment detection in block 18.

20 The flow chart shown in Figure 2 partially includes a plurality of procedures and design approaches for determining a quantity. Thus, the determination of a misalignment (18) using a plurality of possibilities is shown. According to the present invention, it is sufficient to use in each case one of the indicated procedures to determine a lane or a sensor misalignment. It is also conceivable to combine two or

25 more procedures, the individual results being capable of being compared to one another and checked for plausibility.

What is claimed is:

1. A method for the lane allocation of consecutive vehicles on multi-lane roads, wherein the lane allocation is carried out in a model-based manner via a frequency distribution of the lateral displacements of detected radar objects.
2. A device for implementing the method as recited in Claim 1, wherein the determined frequency distribution is correlated with stored models for frequency distributions of lateral displacements, lane allocation for multi-lane roads (e.g. 3 lanes) having a defined width or, alternatively, characteristic lateral displacement histograms for the different lanes used by the succeeding vehicle being used in these models (see Figure 1).
3. The device for implementing the method as recited in at least one of Claims 1 or 2, wherein the model part having the highest correlation to the determined frequency distribution is output as the lane hypothesis (number of lanes as well as the lane used by one's own vehicle).
4. A method for detecting the misalignment of a sensor on the basis of reflection, which can be used, in particular, for implementing a method as a recited in at least one of the preceding claims, wherein the horizontal misalignment can be detected from the position of the average values for the lanes in a histogram with respect to the vehicle axis.
5. A device for implementing the method as recited in Claim 4, wherein, in addition to a histogram for the lateral displacement dy_v or, alternatively, dyc , a further histogram for the distance of the observed object can be stored with equivalent object treatment, and a misalignment angle can be determined by determining the centroid of the histograms.

Abstract

Proposed is a method as well as a device for the lane allocation of consecutive vehicles, the lane allocation being carried out in a model-based manner via a frequency distribution of the lateral displacements of detected radar objects. The method is additionally used for detecting the misalignment of the sensor.

(Fig. 1)

426335



5

Modellgestützte Fahrspurzuordnung für Fahrzeuge

Stand der Technik

10 Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Fahrspurzuordnung von aufeinanderfolgenden Fahrzeugen.

In den vergangenen Jahren sind zahlreiche Veröffentlichungen bekannt geworden, die sich mit einer automatischen Regelung der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs unter Berücksichtigung des Ab-
15 standes zu vorausfahrenden Fahrzeugen beschäftigen. Solche Systeme werden häufig als Adaptive Cruise Control (ACC) bzw. im Deutschen als adaptive Fahrgeschwindigkeitsregler bezeichnet.

Eine grundsätzliche Beschreibung einer solchen Vorrichtung ist
20 beispielsweise in dem Aufsatz „Adaptive Cruise Controls - System Aspects and Development Trends“ von Winner, Witte et al., veröffentlicht auf der SAE 96 vom 26. bis 29. Februar 1996 in Detroit (SAE-Paper No. 961010), enthalten.

Zur Detektion vorherfahrender Fahrzeuge und stehender sowie bewegter Objekte verwendet die Mehrzahl der bekannten Systeme ei-
25 nen Mikrowellen-Radarstrahl oder einen Infrarot-Lidarstrahl.

Dieser Strahl wird an den Objekten reflektiert und vom Sensor empfangen, wodurch die Relativposition und die Relativgeschwindigkeit der Objekte ermittelt werden kann. Aus diesen Informa-
30 tionen kann man den zukünftigen Kursbereich des Fahrzeugs vorhersagen, was in der Patentschrift DE 197 22 947 C1 ausführlich beschrieben ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, aus reflektierten Signalen eine Fahrspurerkennung sowie die Erkennung der selbst befahrenen Spur und gegebenenfalls eine horizontale Dejustageerkennung zu ermöglichen. Der adaptive Fahrgeschwindigkeitsregler läßt sich zweckmäßigerweise auf mehrspurigen Kraftfahrstraßen einsetzen, da dort in den meisten Fällen eine Folgefahrt vorliegt.

Durch die Spurerkennung sowie durch die Erkennung der Fahrspur, die durch das eigene Fahrzeug befahren wird, kann man die bewegten Objekte, die sich vor dem eigenen Fahrzeug befinden, den entsprechenden Fahrspuren zuordnen. Durch diese Objektzuordnung zu den Fahrspuren läßt sich zuverlässig das direkt vorherfahrende Zielobjekt bestimmen, dessen Geschwindigkeit und Beschleunigung das Fahrverhalten des eigenen, sensorgesteuerten Fahrzeugs bestimmt.

Diese Fahrspurzuordnung erfolgt, indem in einem Speicher des Sensors Referenzmodelle für Straßen mit unterschiedlich vielen Fahrspuren sowie für das Befahren der unterschiedlichen Fahrspuren hinterlegt sind. Durch Einlesen der gewonnenen Meßdaten in ein Querversatzhistogramm, in dem die Häufigkeitsverteilung der Querversätze der einzelnen Objekte aufgetragen sind, kann man dieses aktuelle Meßdiagramm mit den hinterlegten Referenzmodellen korrelieren. Das Referenzmodell, das die größte Ähnlichkeit mit dem aktuellen Meßdiagramm besitzt, gibt Auskunft, wieviel Fahrspuren die Straße besitzt und auf welcher Fahrspur sich das Fahrzeug momentan befindet. Dieses Ergebnis wird als sogenannte Fahrspurhypothese ausgegeben.

Durch Auswertung der Querversätze der Reflexionsobjekte in Abhängigkeit ihrer Längsentfernung, also der Entfernung zwischen Sensor und Reflexionsobjekt, die parallel zur Fahrzeugmittelachse ist, ist eine Dejustage feststellbar.

Der Vorteil dieser Erfindung ist es, mittels dieser einfachen Analyse-methode von Sensordaten eine Fahrspurhypothese auszugeben und eine eventuell vorliegende Sensordejustage zu erkennen.

Zeichnung

Ein Beispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben und erläutert.

5 Es zeigen

Fig. 1 ein Blockschaltbild zur modellgestützten Fahrspur- und Dejustageerkennung und

Fig. 2 Lösungsansätze zur Fahrspurbestimmung und Dejustageerkennung des Sensors.

10

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Wesentlich ist, daß eine Häufigkeitsverteilung der Querversätze von erfaßten Radarobjekten ermittelt wird. Ein Radarobjekt ist
15 ein von einer Messung zur nächsten Messung durch Vergleich von prädizierten Abstands-, Querversatz und Relativgeschwindigkeitsdaten und ermittelten Meßdaten jeweils bestätigtes Objekt. Folgende Behandlungen der Radarobjektdaten haben sich als zweckmäßig erwiesen, (a) ein vorabfiltern, d.h. jedes Radarobjekt wird
20 nur einmal für das Querversatzhistogramm berücksichtigt oder (b) ein in Abhängigkeit von der Anzahl der Einzelmessung der einzelnen Radarobjekte gewichtetes Berücksichtigen der Einzelobjekte in dem Histogramm. Als Eingangsgröße Querversatz kann einerseits der auf die Fahrzeugmitte bezogene Versatz (dy_v) verwendet werden,
25 oder andererseits zur Kompensation von Querversatzänderungen aufgrund von Kurvenfahrten auch der auf den Kurs des ACC-Fahrzeugs bezogene Querversatz (dyc). Die ermittelte Häufigkeitsverteilung wird korreliert mit einem Modell für Häufigkeitsverteilungen bzgl. Spurzuordnung bei mehrspurigen Straßen
30 (z.B. 3 Fahrspuren) mit definierter Breite oder alternativ mit charakteristischen Querversatzhistogrammen für die unterschiedlichen, vom ACC-Fahrzeug benutzten Fahrspuren. Das Teilmodell mit der höchsten Korrelation zur ermittelten Häufigkeitsverteilung

lung wird als Fahrspurhypothese ausgegeben (Anzahl Fahrspuren und vom eigenen Fahrzeug benutzte Fahrspur).

In Figur 1 wird eine modellgestützte Fahrspur- und Dejustageerkennung dargestellt. In Block 1 des Flußdiagramms werden die Radarobjektdaten wie Abstand, Relativgeschwindigkeit und Querversatz aus den Meßdaten des Radarsensors gewonnen. Diese werden in einem nächsten Schritt in einem Objektfilter, der als Block 2 dargestellt ist, gefiltert. Dieses Filtern kann auf unterschiedliche Arten geschehen. Vorteilhafterweise geschieht dieses entweder indem jedes Objekt nur einmal für das Querversatzhistogramm berücksichtigt wird oder indem jedes Objekt mit einer Gewichtung berücksichtigt wird, wobei die Gewichtung davon abhängig ist, wie oft ein Objekt in Einzelmessungen erkannt wurde. Diese gefilterten Daten werden weiterführend in ein Querversatzhistogramm, das in Block 3 dargestellt ist, übernommen. In diesem Querversatzhistogramm wird die Häufigkeit der gefilterten Objektdaten in Abhängigkeit des gemessenen Querversatzes zur Fahrzeuglängsachse gespeichert. In Block 4 sind Fahrspurmodelle gespeichert, die als Referenzhistogramme dienen. Diese Referenzhistogramme sind entweder modellhafte Fahrspurmodelle oder Fahrspurmodelle, die empirisch gewonnen wurden. Für jeden Straßentyp, ob mit oder ohne Gegenverkehr, ob ein oder mehrere Fahrspuren in einer Richtung und für die Benutzung jeweils jeder Fahrspur ist ein eigenes, charakteristisches Referenzhistogramm gespeichert. In Block 5 wird das momentan ermittelte, aktuelle Querversatzhistogramm aus dem Block 3 mit jedem der in Block 4 hinterlegten Referenzmodelle korreliert. Als Ergebnis erhält man für jede Korrelation aus dem aktuellen Querversatzhistogramm mit einem der Referenzmodelle ein Korrelationsergebnis, das umso höher ist, je ähnlicher sich das aktuelle Querversatzhistogramm und das Referenzhistogramm sind. Durch Auswahl des Referenzhistogrammes, das in Block 5 das höchste Korrelationsergebnis aufweist, kann man auf die Anzahl der Fahrspuren, die benutzte

Fahrspur sowie eine mögliche Dejustage des Radarsensors schließen. In Block 6 werden diese gewonnenen Informationen ausgegeben und für eine weitergehende Verarbeitung bereitgestellt. Das in Figur 1 dargestellte Ablaufdiagramm wird beliebig oft durchlaufen, das bedeutet, wenn in Block 6 eine Fahrspurahypothese und gegebenenfalls eine Sensordejustage ermittelt wurden, beginnt der Ablauf von neuem, indem in Block 1 neue Radardaten in gleicher Weise wie beschrieben, verarbeitet werden. Je nach Anzahl der detektierten Fahrspuren und deren relativer Position zum eigenen Fahrzeug erhält man in Block 3 ein Histogramm mit mehreren Maxima. Aus der Position der Mittelwerte für die Fahrspuren im Histogramm bezogen auf die Fahrzeugmittelachse kann die horizontale Dejustage des Radarsensors bestimmt werden. Hierzu muß neben dem Querversatz d_{yv} oder alternativ d_{yc} ein weiteres Histogramm über den Abstand der beobachteten Objekte mit äquivalenter Objektbehandlung (Art (a) oder (b)) abgelegt werden, und über Schwerpunktbestimmung der Histogramme ein Dejustagewinkel bestimmt werden.

In Figur 2 ist ein Ablaufdiagramm dargestellt, das zur Fahrspuranalyse und Dejustageerkennung eines Radarsensors geeignet ist. In Block 7 wird erkannt, ob sich das Fahrzeug auf einem geraden Straßenabschnitt befindet. Hierzu kann man ein Gierratensignal heranziehen, das beispielsweise aus einem Sensor zur Fahrdynamikregelung stammt. Weiterhin ist auch denkbar, einen Lenkwinkel mit zu berücksichtigen. Ist dieses Gierratensignal beispielsweise kleiner als 0.001 rad/s , so kann man auf das Befahren eines geraden Streckenabschnittes schließen. In diesem Fall werden in Block 8 die Amplituden gefiltert, um nur tatsächliche Radarreflexionen zu erfassen und Rauschen zu entfernen. In Block 9 werden diese Meßpunkte in einem x,y -Diagramm dargestellt. In Block 10 kann man aus dem x,y -Diagramm die Häufigkeiten bestimmen, mit der die Objekte vom Radarstrahl erkannt wurden. Aus diesem x,y -Diagramm kann in Block 11 eine Verteilung

der erkannten Objekte auf der Fahrbahn modelliert werden indem ein Querversatzhistogramm erzeugt wird. Weiterführend wird in Block 12 der Versatz des in Block 11 erzeugten Modells bestimmt, der auf die laterale Ablage des eigenen Fahrzeugs in der befahrenen Spur schließen läßt. In Block 13 wird das momentane Querversatzhistogramm mit dem vorherigen Histogramm verglichen. Durch die Beobachtung der Datensatzänderungen in Block 13 läßt sich in Block 14 eine Fahrspurhypothese ausgeben, die die momentan benutzte Fahrspur identifiziert. Wird in Block 7 erkannt, dass sich das Fahrzeug auf einem geraden Streckenabschnitt befindet, so wird in Block 23 der Winkel des dominanten Objektes bestimmt, das sich vor dem eigenen Fahrzeug befindet. Das dominante Objekt ist vorteilhafterweise das Fahrzeug, das sich in der gleichen Fahrspur bewegt wie das eigene Fahrzeug und den geringsten Abstand zum eigenen Fahrzeug aufweist und damit für die Abstands- und Geschwindigkeitsregelung des eigenen Fahrzeugs ausschlaggebend ist. In Block 24 wird geprüft, ob der in Block 23 ermittelte Winkel des dominanten Objektes im zeitlichen Mittel etwa 0° ist. Ist diese Bedingung des Blockes 24 gegeben, so wird in Block 25, gemeinsam mit den Häufigkeiten aus dem x,y-Diagramm, die in Block 10 ermittelt wurden, eine Verifikation der aktuellen Daten mit alten Daten aus vorhergehenden Messungen durchgeführt. Sind die aktuellen Daten aufgrund der in Block 25 durchgeführten Verifikation plausibel, so werden diese Daten im weiteren Verlauf für eine Bestimmung einer möglichen Dejustage des Radarsensors benutzt, indem diese an Block 18 weitergegeben werden. Aus dem in Block 9 bestimmten x,y-Diagramm der gefilterten Objekte wird weiterhin in Block 19 ein „gelocktes“ Objekt bestimmt. Dieses „gelockte“ Objekt ist ein unmittelbar vorherfahrendes Fahrzeug, dessen Abstand zum eigenen Fahrzeug und dessen Relativgeschwindigkeit in Bezug zum eigenen Fahrzeug für die Abstands- und Geschwindigkeitsregelung verwendet werden. Auch die Position dieses „gelockten“ Objektes wird an Block 18 zur Bestimmung einer möglichen Dejustage weitergegeben. Parallel zu

diesem Schritt 19 können in Block 15 aus dem x,y-Diagramm des Blockes 9 die Fahrlinienschwerpunkte bestimmt werden. Diese Fahrlinienschwerpunkte repräsentieren den lateralen Querversatz der Bewegungstrajektorien von Fahrzeugen, die sich mittig auf einer jeweiligen Fahrspur bewegen. Aus diesen Fahrlinienschwerpunkten kann in Block 17 erkannt werden, ob sich die Objekte im Radarerfassungsbereich parallel zum eigenen Fahrzeug bewegen, was insbesondere bei Fahrspurwechselmanövern von besonderem Interesse ist. Parallel zu diesem Schritt kann aus den Fahrlinienschwerpunkten des Schrittes 15 in Block 16 das dominante Objekt separat beobachtet und Block 17 zugeführt werden, indem erkannt wird, ob sich die erkannten Objekte parallel zum eigenen Fahrzeug bewegen. Die in Schritt 17 gewonnene Information bezüglich der Parallelität der erkannten Objekte wird der Dejustageerkennung des Radarsensors in Block 18 zugeführt. Weiterhin ist es vorteilhaft, bei einem in Block 7 erkannten, geraden Streckenabschnitt aus den vorliegenden Radardaten wie Winkelgeschwindigkeit und Relativgeschwindigkeit die Parallelgeschwindigkeiten zu bestimmen, wie es in Block 20 dargestellt ist. Diese Parallelgeschwindigkeit sind die Geschwindigkeiten der erkannten Objekte, bezogen auf das eigene Fahrzeug. Aus diesen Parallelgeschwindigkeiten werden weiterführend in Block 21 die neuen Positionen der erkannten Radarobjekte auf Grundlage ihrer alten Positionen und ihrer Bewegungstrajektorien vorausberechnet. Diese vorausberechneten Ziele werden mit den neuen Meßdaten des nächsten Meßzyklusses verglichen und auf Plausibilität überprüft. Aus den in Schritt 21 gewonnenen Daten wird in Schritt 22 ein statistischer Schwerpunkt der Querversätze ermittelt, der dem Block 18 zugeführt wird und dort zur Bestimmung einer möglichen Sensordejustage verwendet wird. In Block 26 ist weiterhin dargestellt, dass aus der Radarmessung ein Schwimmwinkel des Fahrzeugs bestimmt wird. Dies geschieht mittels einer Beobachtung der Abstände und Relativgeschwindigkeiten der Radarobjekte. In einem weiteren Schritt in Block 27 wird der Schwimmwinkel des Fahr-

- zeugs mittels einer weiteren Vorrichtung bestimmt, dies geschieht vorteilhafterweise durch Heranziehen fahrdynamischer Größen aus einer Vorrichtung zur Fahrdynamikregelung, die in den meisten Fahrzeugen bereits serienmäßig vorhanden ist. Die beiden
- 5 in den Schritten 26 und 27 ermittelte Schwimmwinkel werden in Block 28 miteinander verglichen und eine eventuell vorhandene Differenz dieser beiden Größen der Sensordejustageerkennung in Block 18 weitergegeben.
- 10 Das in Figur 2 dargestellte Ablaufdiagramm beinhaltet teilweise mehrere Vorgehensweisen und Lösungsansätze zur Bestimmung einer Größe. So wurde die Bestimmung einer Dejustage (18) mittels mehrerer Möglichkeiten aufgezeigt. Zur Umsetzung einer Fahrspurbestimmung oder Bestimmung einer Sensordejustage reicht es erfindungsgemäß aus, jeweils eine der aufgeführten Vorgehensweisen zu
- 15 verwenden. Es ist weiterhin denkbar, zwei oder mehrere Vorgehensweisen miteinander zu kombinieren, wobei die jeweiligen Einzelergebnisse miteinander verglichen und auf Plausibilität überprüft werden können.
- L

Ansprüche

5

1. Verfahren zur Fahrspurzuordnung von aufeinanderfolgenden Fahrzeugen auf mehrspurigen Straßen, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrspurzuordnung modellgestützt über eine Häufigkeitsverteilung der Querversätze von erfaßten Radarobjekten erfolgt.

10

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ermittelte Häufigkeitsverteilung mit hinterlegten Modellen für Häufigkeitsverteilungen von Querversätzen korreliert wird, wobei in diesen Modellen Spurzuordnung bei mehrspurigen Straßen (z.B. 3 Fahrspuren) mit definierter Breite oder alternativ charakteristische Querversatzhistogramme für die unterschiedlichen, vom Folge-Fahrzeug benutzten Fahrspuren, berücksichtigt werden (siehe Figur 1).

15

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Teilmodell mit der höchsten Korrelation zur ermittelten Häufigkeitsverteilung als Fahrspurahypothese ausgegeben wird (Anzahl Fahrspuren sowie die vom eigenen Fahrzeug benutzte Fahrspur).

25

4. Verfahren zur Dejustageerkennung eines Sensors auf Reflexionsbasis, der insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche benutzbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Position der Mittelwerte für die Fahrspuren in einem Histogramm bezogen auf die Fahrzeugachse, die horizontale Dejustage erkennbar ist.

30

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass neben einem Histogramm für den

Querversatz dy_v oder alternativ dy_c ein weiteres Histogramm für den Abstand der beobachteten Objekte mit äquivalenter Objektbehandlung ablegbar und über Schwerpunktbestimmung der Histogramme ein Dejustagewinkel bestimmbar ist.

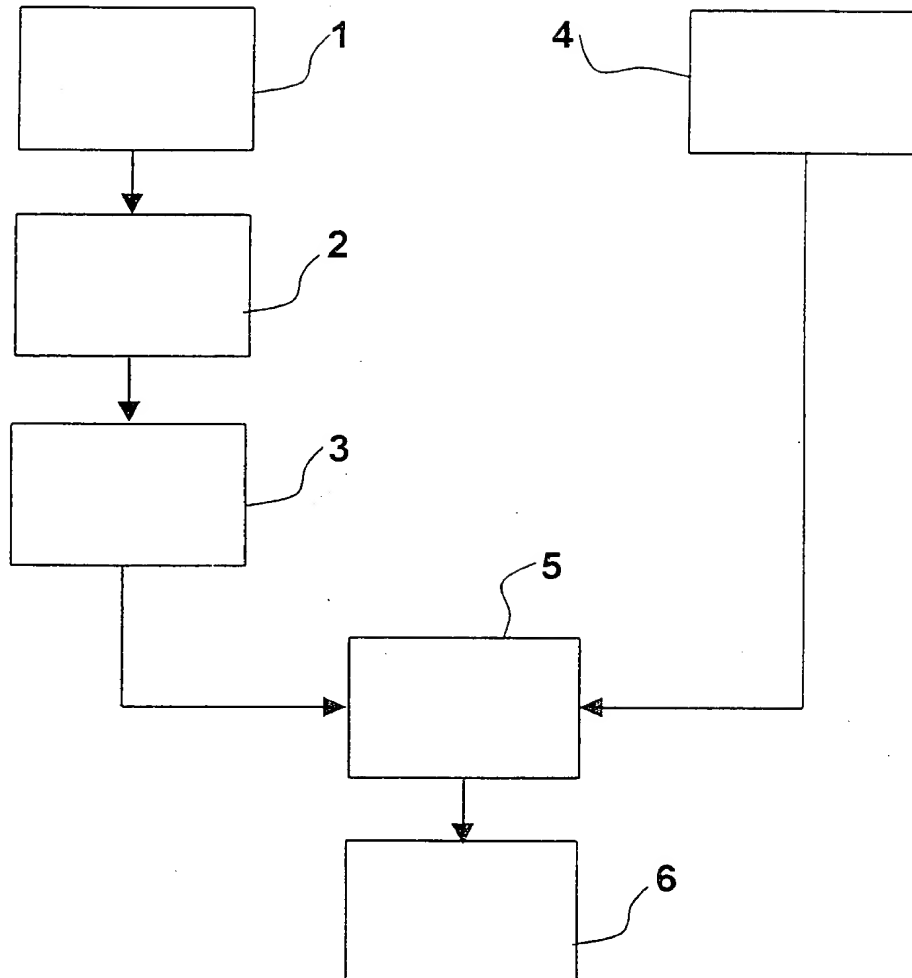
Zusammenfassung

5

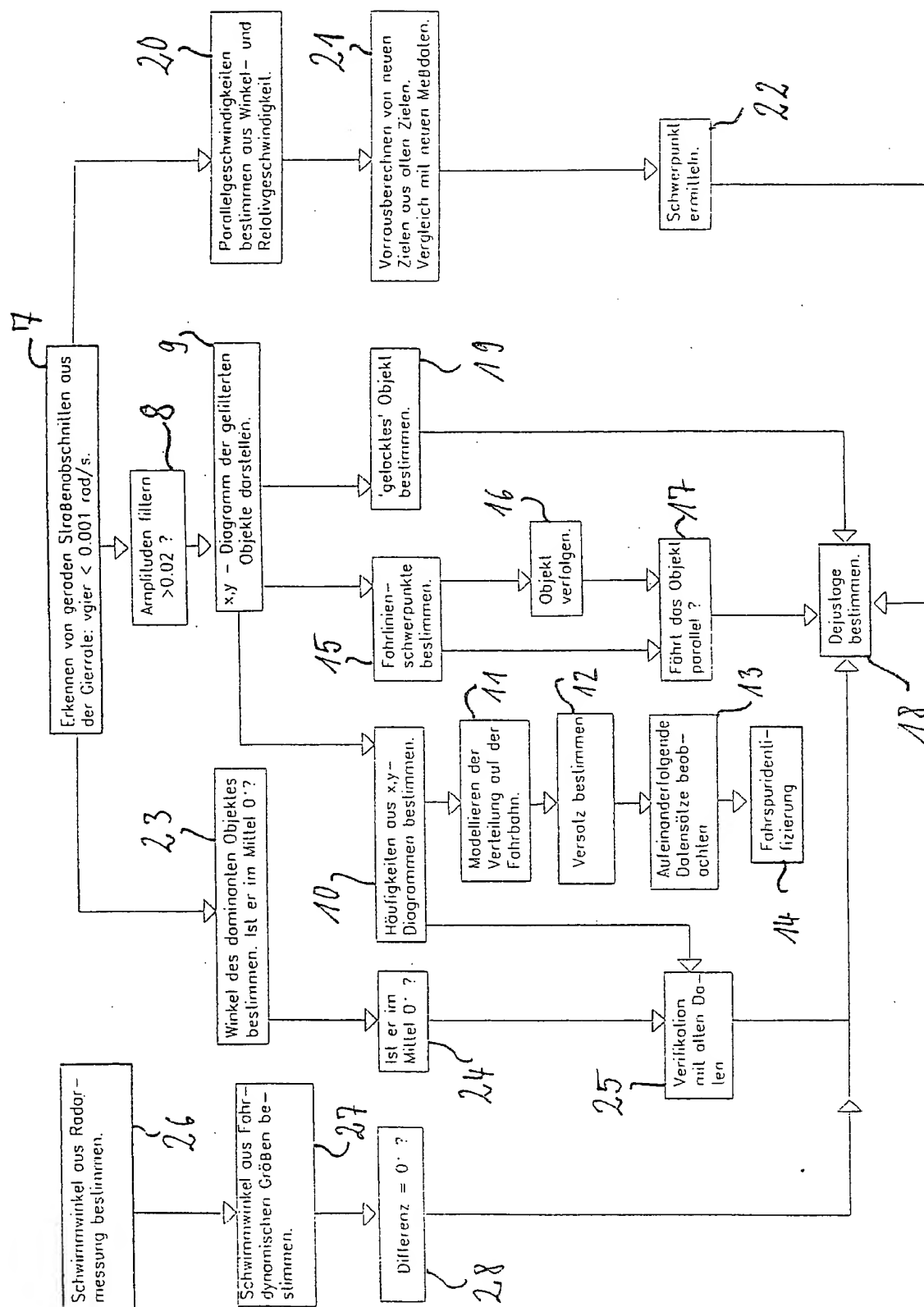
Vorgeschlagen wird ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Fahrspurzuordnung von aufeinanderfolgenden Fahrzeugen, wobei die Fahrspurzuordnung modellgestützt über eine Häufigkeitsverteilung der Querversätze von erfaßten Radarobjekten erfolgt.

10 Ergänzend wird das Verfahren zur Dejustageerkennung des Sensors verwendet.

(Fig. 1)



Figur 1



Figur 2